

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :

G01B 11/30, 11/24

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/16040

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

23. März 2000 (23.03.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06594

(22) Internationales Anmeldedatum: 7. September 1999 (07.09.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 42 138.9

14. September 1998 (14.09.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BE-
TRIEBSFORSCHUNGSINSTITUT VDEH INSTITUT
FÜR ANGEWANDTE FORSCHUNG GMBH [DE/DE];
Sohnstrasse 65, D-40237 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÜLLER, Ulrich [DE/DE];
Maria-Montessori-Strasse 59, D-40789 Monheim (DE).
SONNENSCHNEIDER, Detlef [DE/DE]; Schlingmannweg
32, D-45149 Essen (DE). WINTER, Detlef [DE/DE];
Sandstrasse 8, D-38527 Meine (DE). PEUKER, Gustav
[DE/DE]; An den Hünen 75, D-41066 Mönchengladbach
(DE). STOCKMEYER, Rudolf [DE/DE]; Johannesstrasse
8a, D-40764 Langenfeld (DE).

(74) Anwälte: KÖNIG, Reimar usw.; Wilhelm-Tell-Strasse 14,
D-40219 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: SYSTEM FOR MEASURING THE SURFACE GEOMETRY AND SURFACE EVENNESS OF FLAT PRODUCTS

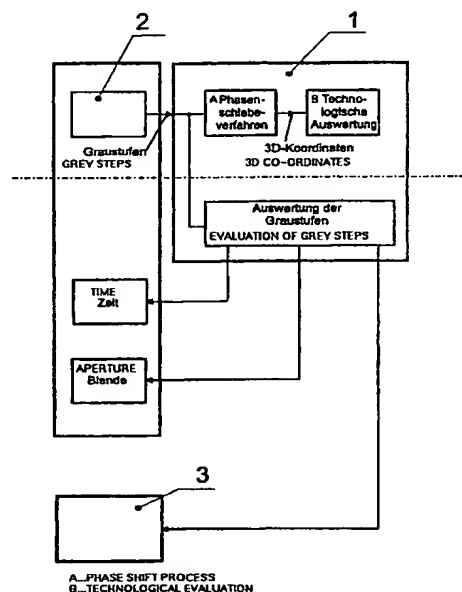
(54) Bezeichnung: MESSSYSTEM FÜR DIE OBERFLÄCHENGEOMETRIE UND PLANHEIT VON FLACHPRODUKTEN

(57) Abstract

The invention relates to a device for producing a pattern on a surface
for measuring, using a projector and a slide. The invention also relates to
various advantageous embodiments of the measuring system.

(57) Zusammenfassung

Vorrichtung zum Erzeugen eines Musters auf einer Meßoberfläche
mit Hilfe eines Projektors und eines Dias und verschiedenen vorteilhaften
Ausgestaltungen des Meßsystems.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

"Meßsystem für die Oberflächengeometrie und Planheit von Flachprodukten"

Die Erfindung betrifft ein Meßsystem für die Oberflächengeometrie von Flachprodukten, insbesondere von Metallband oder Schüttgut sowie der aus der Geometrie abgeleiteten Planheit.

5

Für das Messen der Oberflächengeometrie von Flachprodukten sind verschiedene Verfahren bekannt. Neben dem verbreiteten Kontaktmessen, bei dem mehrere Kontaktmeßelemente die zu vermessende Oberfläche abfahren ist insbesondere im Metallbandbereich das berührungslose Messen

10

vorteilhaft.

Hierzu ist es bekannt, optische Meßpunkte auf der Bandoberfläche zu erzeugen, deren Ortsveränderung über geeignete Sensoren zu erfassen und mit Hilfe eines Triangulationsverfahrens in Ortsveränderungen auf der

15

Bandoberfläche umzurechnen. Die Veränderung der Ortskoordinaten des Oberflächenpunktes ergibt sich dabei aus dem Einfallswinkel des Lichtstrahls und der Position des Sensors in Verbindung mit der Ortsveränderung des Abbildungspunktes.

20

Über eine Mehrzahl von Lichtpunkten lassen sich Aussagen über einen größeren Bereich des Flachproduktes treffen. Zum Messen von Flächen sind jedoch Verfahren, die mit Meßlinien arbeiten, besser geeignet. So wird beispielsweise der Moiré-Effekt ausgenutzt, um ein Interferenzmuster auf der Oberfläche des Flachproduktes abzubilden und aus diesem die Oberflächen-

25

geometrie quantitativ zu ermitteln.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 197 09 992 ist ein Verfahren zum Messen der Oberflächengeometrie eines Metallbandes bekannt, bei dem Mittels einer Lichtquelle eine Vielzahl von Linien durch Projektion beispielsweise mit Hilfe eines Liniendias auf der Bandoberfläche erzeugt wird.

30

Hierzu ist oberhalb des Bandes ein Projektor angeordnet, der auf die zu messende Bandoberfläche ausgerichtet ist. Zwischen dem Projektor und der zu messenden Bandoberfläche ist ein Dia vorgesehen, durch welches ein Streifenmuster auf der Bandoberfläche abgebildet wird. Bandunebenheiten bewirken eine Veränderung der auf die Bandoberfläche projizierten Linien. Mit einer in Bandlaufrichtung hinter dem Projektor angeordneten Meßvorrichtung, beispielsweise einer CCD-Kamera lassen sich die Änderungen der Meßlinien auf der Bandoberfläche erfassen.

Zur Kalibrierung des Systems wird das Linienmuster auf eine Referenzebene projiziert. Hierzu wird ein sogenannter Einmeßtisch verwendet. Die von der Kamera erfaßten Bilder der Referenzebene und des zu messenden Bandes werden nach dem sogenannten Phasenschiebungsverfahren ausgewertet und verglichen. Mit diesem Verfahren wird aus dem Kamerabild ein Phasenbild erzeugt. Jeder Bildpunkt der Kamera liefert einen bestimmten Helligkeitswert. In Querrichtung zum Linienmuster liegt ein periodischer Helligkeitsverlauf vor. Mit Hilfe des Phasenschiebungsverfahrens wird jedem Bildpunkt ein Phasenwinkel zugeordnet. Die Phasen, die man mit Hilfe des Einmeßtisches erhält, dienen als Referenzphasenbild. Mit Hilfe des am Meßobjekt gewonnenen Phasenbildes und des Referenzphasenbildes lassen sich die tatsächlichen Höhendifferenzen am Meßobjekt ermitteln.

Mit diesem Meßsystem lassen sich bereits hochwertige Meßergebnisse erzielen, doch ist das System insbesondere in seiner Variabilität begrenzt und bezüglich der Meßempfindlichkeit verbesserungsfähig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Oberflächenmeßsystem zu schaffen, das für verschiedenartige Flachprodukte geeignet ist und hochwertige Meßergebnisse liefert. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das in der deutschen Offenlegungsschrift 197 09 992 beschriebene

Meßverfahren bezüglich seiner möglichen Einsatzbereiche und seiner Auflösung weiterzubilden.

Das Problem der Erfindung wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst.
5 Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Bei dem bevorzugten Gesamtsystem kommen sämtliche unabhängigen Aspekte der Erfindung zum tragen. Nach einem Aspekt des Gesamtsystems können Kamera und Projektor mit den Meßpunkten einen Winkel aufspannen, der kleiner als 90° ist und/oder auf einer Seite des Flachkörpers in unterschiedlicher Höhe angeordnet sind. Dadurch ist eine platzsparende Ausführung gegeben, die den örtlichen Einsatzbereich des Meßsystems erheblich erweitert, da in vielen Anwendungsfällen nicht ausreichend Platz oberhalb des Flachkörpers zur Verfügung steht.

15 Zwischen Projektor und Flachkörper ist nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ein Dia angeordnet, welches die elektronische Erzeugung eines Linienmusters, beispielsweise über ein transparentes Flüssigkristallelement, zuläßt. Über eine entsprechende Steuerung oder die Computeranlage des
20 Meßsystems lassen sich so die für den Einzelfall optimalen Projektionsmuster einstellen. Dies erlaubt beispielsweise eine den Bedürfnissen angepaßte Kombination der Liniendichte, Helligkeit und anderer Eigenschaften des projizierten Musters. So wird vermieden, für jeden einzelnen Meßfall ein gesondertes Dia einzusetzen und insbesondere zunächst ein Dia mit der ge-
25 wünschten Zusammenstellung von Projektionseigenschaften anfertigen lassen zu müssen. Dadurch verringert sich der Kosten- und Zeitaufwand für die einzelnen Anwendungen. Das erfindungsgemäße System ist hiermit wesentlich flexibler für verschiedene Einsatzbereiche, insbesondere verschiedene Oberflächen.

30 Darüber hinaus weist diese bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Meßsystems nach einem weiteren Aspekt der Erfindung eine gere-

gelte Aussteuerung der Kamera und der Beleuchtungsparameter auf. Blende, Belichtungszeit und Helligkeit des Projektors werden automatisch so geregelt, daß sämtliche Bildpunkte des Meßbereiches die gewünschte Aussteuerung aufweisen. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Verwendung des
5 erfindungsgemäßen Meßsystems mit Kaltband. Hier können sich die Eigenschaften beispielsweise durch Reflexion an der Bandoberfläche während der Messung ständig ändern und somit die Meßsignale verfälschen.

Die Leistungsfähigkeit des Meßsystems wird durch einen anderen Aspekt
10 der Erfindung dadurch erhöht, daß die Meßkamera eine nichtlineare Empfindlichkeit aufweist. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die sich ändernden Reflexionseigenschaften beispielsweise eines Kaltbandes über die Aussteuerung mit Zeit- und Blendenanpassung nicht mehr kompensiert werden können. Durch die nichtlineare Empfindlichkeit wird
15 ähnlich wie beim menschlichen Auge ein erhebliches Helligkeitsspektrum abgedeckt, so daß sämtliche Meßsituationen akkurat erfaßt werden können.

Zur weiteren Verbesserung der Qualität der Meßergebnisse lassen sich die Signale filtern. Insbesondere bei der Messung von Metallband in der Walzstraße können sich die Meßwerte durch eine Verschiebung des Bandes in
20 Richtung des Normalvektors der Referenzebene oder in anderen Richtungen sowie durch Biegung des Bandes unerwünscht ändern. Die Verschiebung des Bandes in Richtung des Normalvektors wird bereits durch die Verwendung eines aufprojizierten Linienmusters weitgehend kompensiert. Die Verschiebung in anderen Richtungen oder Biegung des Bandes läßt sich durch
25 Filterung von den Oberflächenänderungen durch Bandunebenheit differenzieren, da sich die Wellenlängen der jeweiligen Bewegungsanteile unterscheiden. Darüber hinaus ergibt diese Bandbewegung sogenannte abwickelbare Flächen, während die Planheit auf dem nicht abwickelbaren Anteil
30 beruht. Auf dieser Grundlage läßt sich mit der beschriebenen Filterung ein Meßsignal darstellen, welches ausschließlich eine Aussage über die Bandunebenheit enthält. Mit den ermittelten Werten wird vorzugsweise eine ge-

eignete virtuelle Ausgleichsfläche erzeugt, mit der unerwünschte Verschiebungen und Biegungen rechnerisch ausgeglichen werden können.

Das Einmessen bzw. Kalibrieren des Meßsystems erfolgt bei dem bevorzugten System ohne die übliche körperliche Referenzebene an der Meßstelle, indem beliebige Fixpunkte der Anlage verwendet werden, um eine rechnerische Referenzebene zu erzeugen. Mit dieser Referenzebene läßt sich das System sowohl bezüglich der Höhendifferenzen als auch bezüglich der Längskalibrierung einstellen. Dies vermeidet die Verwendung der unhandlichen und schweren körperlichen Referenzebene, verringert den erforderlichen Meßraum und vermeidet Schwierigkeiten, die Referenzebene in die für das Einmessen erforderliche Position zu bringen. Darüber hinaus wird eine Verfälschung des Meßsignals durch Unebenheiten der Referenzebene, die in der Regel zwischen +0,5 und -0,5 mm liegen, vermieden.

Aus dem Kamerabild können nicht nur die Höhen der Bandoberfläche des laufenden Bandes ermittelt werden, sondern bei nicht endlosen Bändern, wie z.B. Warmband oder Grobblech, auch die Höhen am Bandanfang und -ende, insbesondere der sogenannte Ski, d. h. eine Aufwärts- oder Abwärts-Biegung.

Außer den Höhen kann aus den Bilddaten die Umrandung ermittelt werden. Diese beinhaltet die Bandbreite, den Bandsäbel und die im allgemeinen krummlinigen Begrenzungen des Bandanfangs und Bandendes. Mit dem beschriebenen Verfahren werden so z. B. auch krummlinig begrenzte Enden erfaßt, so daß auch mit Hilfe dieses Meßverfahrens die Walzanlage für das folgende Band korrigiert werden kann.

Das Meßverfahren kann ferner zur Ermittlung der optimalen Schnittlänge benutzt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des näheren erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

5

Fig. 1 ein Schaubild der geregelten Aussteuerung des Meßsystems;

Fig. 2 eine Darstellung einer Anordnung von Projektor und Kamera;

10 Fig. 3 Bandformfehler, wie Säbel, Ski, krumme Bandenden und die Bandkanten zur Bestimmung der Bandbreite;

Fig. 4 Fließdiagramm zum Ablauf eines Meßvorgangs;

15 Fig. 5 ein Flüssigkristallelement.

Die in Fig. 1 gezeigte geregelte Aussteuerung des Gesamtsystems gibt den herkömmlichen Aufbau eines Meßsystems oberhalb der gestrichelten Linie wieder, während die erfindungsgemäße Regelung des Meßsystems unterhalb der gestrichelten Linie erkennbar ist. Im Prozeßrechner 1 werden dabei
20 die von der CCD-Kamera 2 erzeugten Graustufenwerte quantitativ ausgewertet und in Relation zu dem von der CCD-Kamera 2 vorgegebenen Empfindlichkeitsbereich gesetzt. Um im optimalen Empfindlichkeitsbereich zu messen, werden dann die Parameter Zeit, Blende und Beleuchtungsstärke
25 des Projektors 3 geregelt.

30 In Fig. 2 ist die Anordnung von Projektor 23 und Kamera 22 erkennbar, die gegenüber herkömmlichen Systemen einen wesentlich geringeren Raum oberhalb des Bandes 4 einnimmt. Dabei können Kamera 22 und Projektor 23 übereinander oberhalb des Bandes oder übereinander neben dem Band

angeordnet sein. Ebenso können Kamera 22 und Projektor 23 nebeneinander an einer Bandseite oder oberhalb des Bandes 4 angeordnet sein.

5 Die Auswertung der Graustufen in bezug auf die Bandgeometrie erfolgt nach dem üblichen Phasenschiebungsverfahren mit zusätzlicher Filterung der unerwünschten Meßwertanteile.

10 Diese können durch Bandbewegungen in Richtung Banddicke entstehen. Diese Richtung ist die Richtung des Normalvektors auf die Referenzebene. Aufgrund von Schwingung und Biegung können nun diese Bandbewegungen an den einzelnen Bandstellen unterschiedlich sein. Dies würde einen Fehler in der gemessenen Planheit ergeben. Diese unerwünschten Meßwertanteile werden aus den primär gemessenen herausgefiltert. Dabei wird davon ausgegangen, daß diese unerwünschten
15 Meßwertanteile sich in Frequenz und Wellenlänge von den Meßwertanteilen, die auf die zu messende Planheit zurückzuführen sind, unterscheiden.

In Fig. 3 a ist der Bandformfehler "Säbel" des Bandes 4 dargestellt.

20 In Fig. 3 b ist ein weiterer Bandformfehler "Ski" des Bandes 4 dargestellt. Dieser Bandformfehler wird einerseits erfaßt. Andererseits wird aber dieser deformierte Bandabschnitt aus der Bandlänge, über welche die Planheit gemessen wird, ausgenommen.

25 Aus dem in Fig. 4 dargestellten Fließdiagramm ergibt sich der Ablauf eines Meßvorgangs, bei dem mit Hilfe der CCD-Kamera die Bandränder ermittelt und durch den Rechner ausgewertet werden, um schließlich für die Regelung der Walzstraße eingesetzt zu werden.

30 Die Walzstraße 41 erzeugt eine Bandform, deren Kennwerte 43, wie Planheit, Säbel, Ski und Bandbreite, mit dem Meßsystem 42 erfaßt werden.

Diese werden einem Mehrgrößenregler 44 zugeführt, der Sollwertänderungen verschiedener Stellgrößen an der Walzstraße vorgibt.

In Fig. 5 ist schematisch die Funktion eines Flüssigkristalldias 51, 52 in Verbindung mit dem Meßsystem gezeigt. Einen Ausschnitt des Dias 51, 52 über eine Wellenlänge $D1$, zeigt 51. Es sind zwei Einbaustellen des Projektors gezeigt die zu den Flüssigkristalldias 51, 52 korrespondieren und jeweils ein Lichtstrahl am Anfang und am Ende einer Wellenlänge dargestellt. Senkrecht zum Band 54 ist die Kamera 53 dargestellt, wobei der Kamerawinkel beliebig ist. Ziel ist es, eine konstante Wellenlänge Λ im Bild zu erhalten, unabhängig von der Position des Projektors und der Kamera 53. Dieses Ziel wird erreicht, in dem die Wellenlänge im Dia 51, 52 per Programm geeignet geändert wird. Es wird somit jeweils das optimale Dia für den vorgegebenen Projektor- und Kamerawinkel eingestellt.

15

Schutzansprüche:

1. Vorrichtung zum Messen der Geometrie und Planheit von Flachprodukten durch Erzeugung eines Musters auf der Meßoberfläche mit einer Lichtquelle und einer Kamera, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Muster auf der Meßoberfläche 4 mit Hilfe eines Dias 51, 52 durch Projektion erzeugt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein änderbares Muster erzeugt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Muster mit Hilfe einer Flüssigkristalleinrichtung 51, 52 erzeugt wird.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Projektorbeleuchtung 23, 53 über die Auswertung der von der Kamera 22 ermittelten Graustufen geregelt wird, um eine geeignete Aussteuerung der Kamera 22 zu erreichen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Belichtungszeit und/oder Blende der Kamera 22 über die Auswertung der Graustufen des von der Kamera 22 ermittelten Oberflächenbildes geregelt wird, um eine geeignete Aussteuerung der Kamera 22 zu erreichen.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Kamera 22 mit nichtlinearer Empfindlichkeit verwendet wird.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß Projektor 23, 53 und Kamera 22 mit den Meßpunkten ei-

nen Winkel aufspannen, der kleiner als 90° ist und/oder auf der gleichen Seite seitlich neben dem Meßobjekt 4 angeordnet sind.

- 5 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß Projektor 23, 53 und Kamera 22 nebeneinander oder übereinander über dem Meßobjekt 4 angeordnet sind.
- 10 9. Verfahren zum Messen der Bandgeometrie mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Filterung der zunächst erfaßten Höhen durchgeführt wird und die Höhen nach unterschiedlichen Frequenzen und Wellenlängen aufgrund von Bandbewegungen getrennt werden.
- 15 10. Verfahren zum Messen der Geometrie des Bandrandes mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Verwendung der Randbegrenzung des Bandes.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Randbegrenzung die Bandbreiten- oder die Schnittlänge ermittelt wird.
12. Verfahren zur Messung der Bandgeometrie, **gekennzeichnet durch** rechnerisches Erzeugen einer Referenzebene und eines Referenzphasenbildes aus der Geometrie der bekannten Meßeinrichtungselemente.

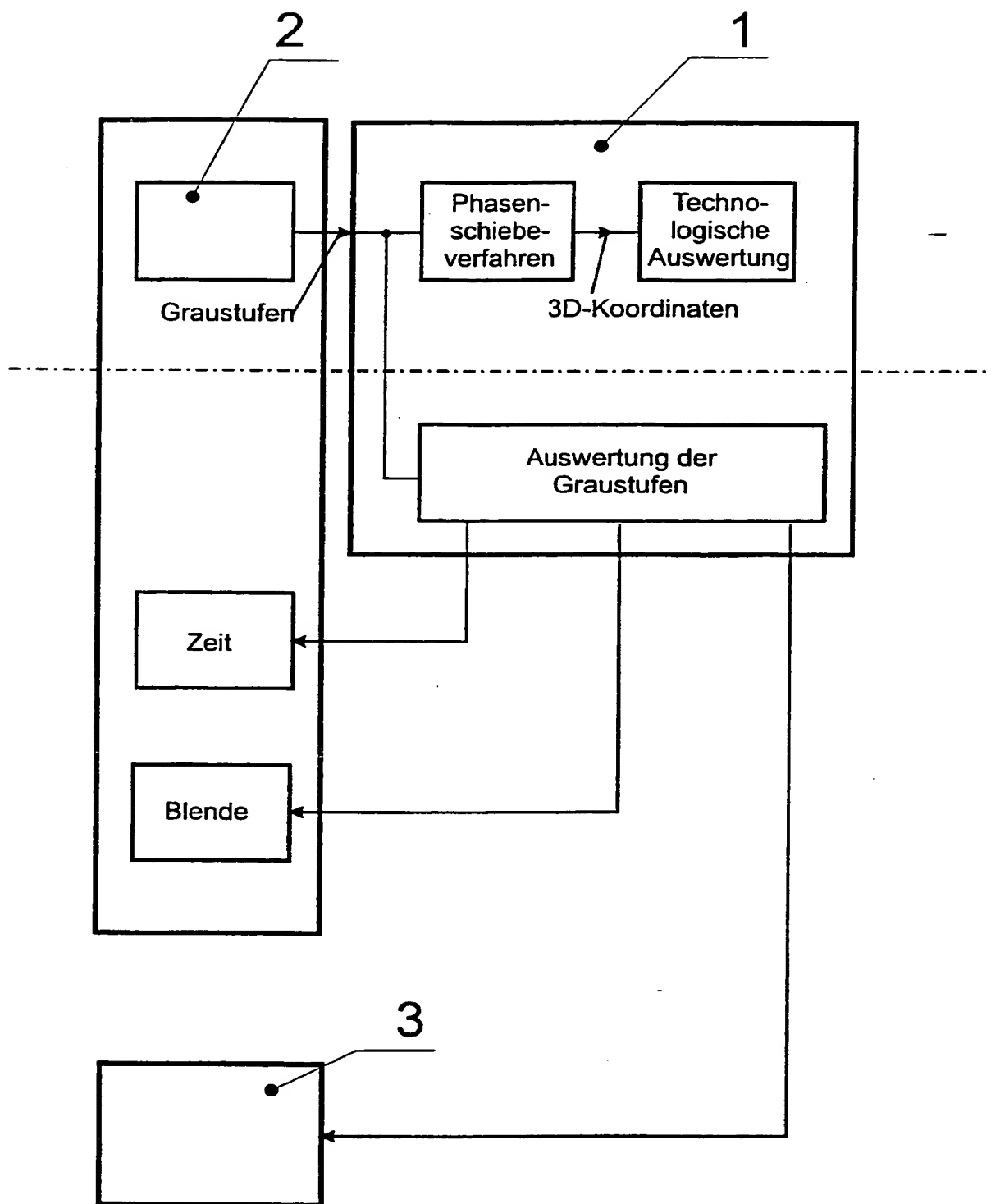
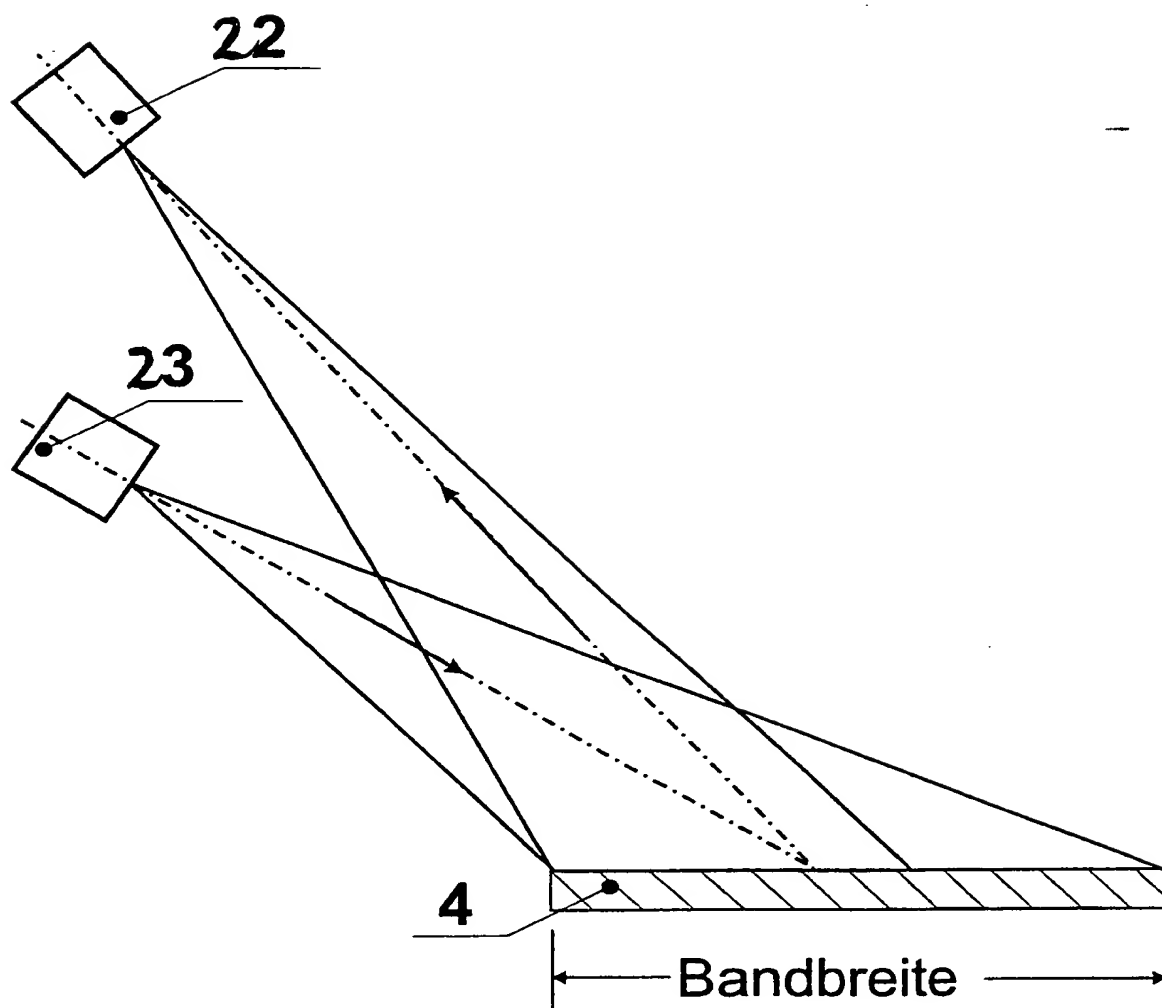


Fig 1 .

This Page Blank (uspio)

**Fig 2 .**

This Page Blank (usp10)

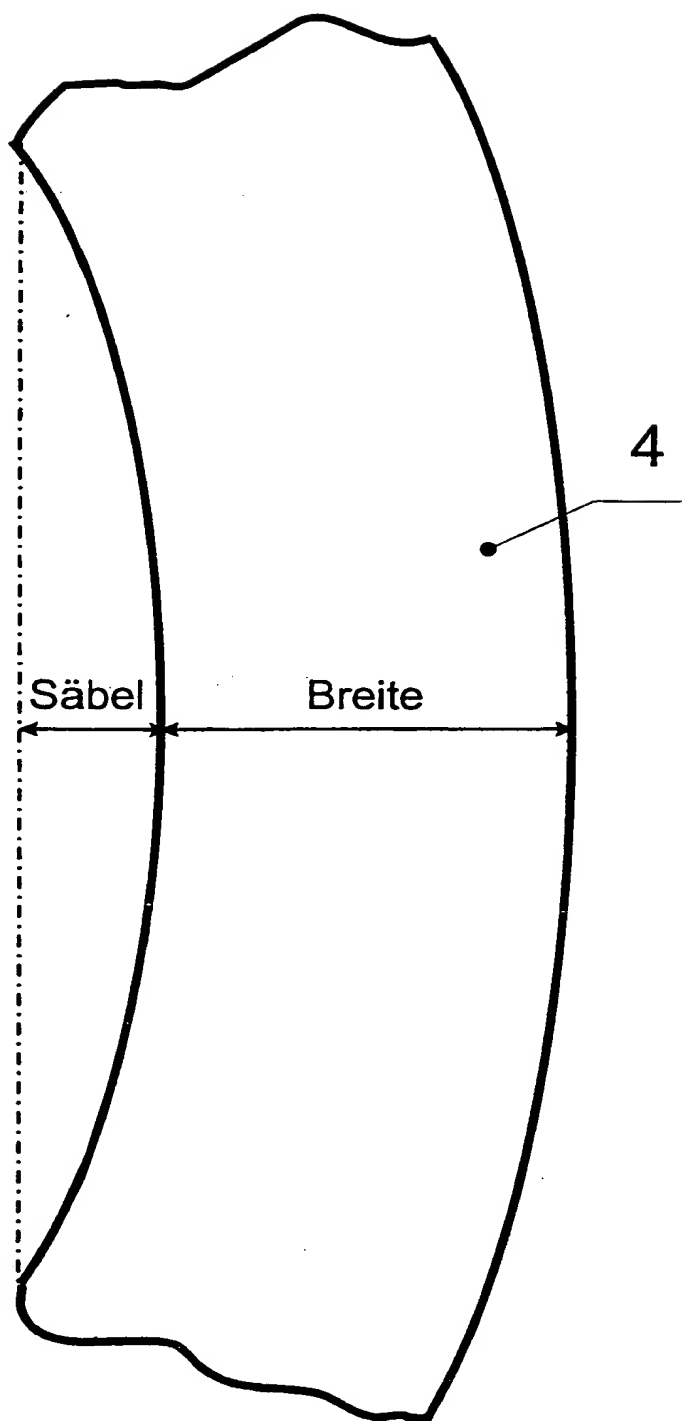


Fig 3a.

This Page Blank (uspto)

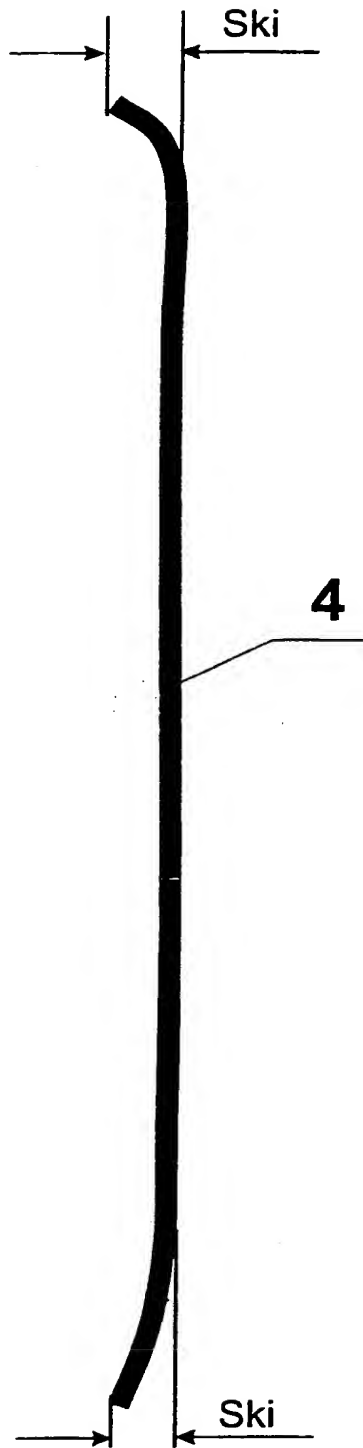
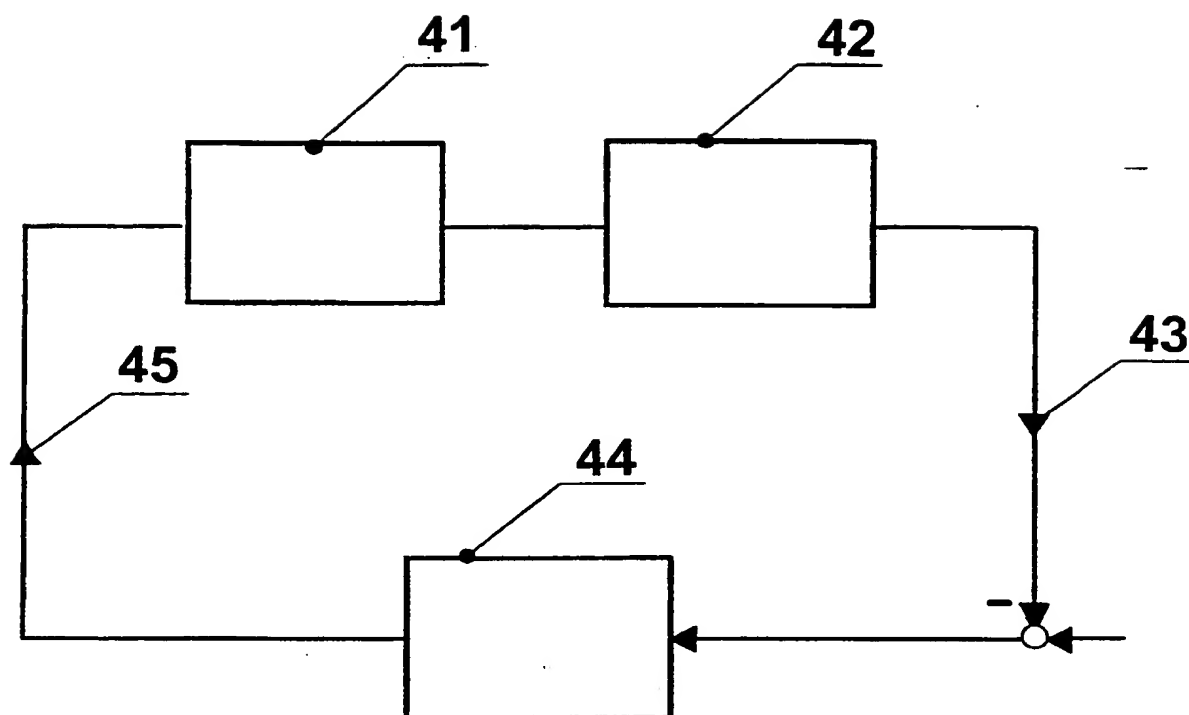
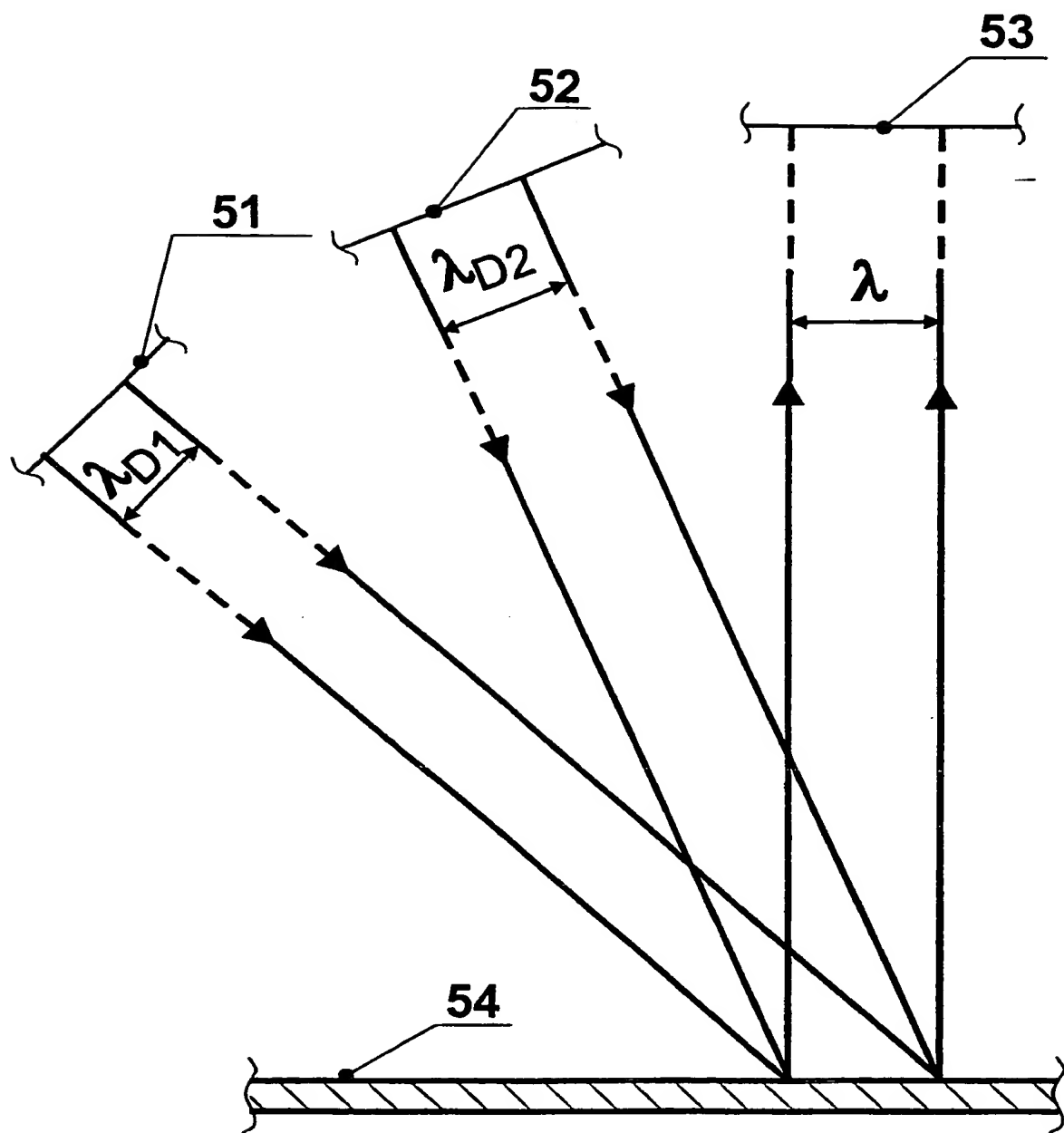


Fig 3b.

This Page Blank (uspto)

**Fig 4 .**

This Page Blank (uspto)

**Fig 5 .**

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/06594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01B11/30 G01B11/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 592 246 A (KUHN WILLIAM P ET AL) 7 January 1997 (1997-01-07) column 2 -column 3; figures 1,2	1-3
Y		9
A		10, 12
X	US 4 668 094 A (MATSUMOTO G. ET AL) 26 May 1987 (1987-05-26) abstract; figure 2	1
Y	US 5 488 478 A (BULLOCK JOHN D ET AL) 30 January 1996 (1996-01-30) column 3, line 1 - line 14; figure 1	9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 December 1999

Date of mailing of the international search report

17/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vorropoulos, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 99/06594

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5592246 A	07-01-1997	US 5475452 A AU 691887 B AU 1883395 A CA 2184108 A EP 0748182 A JP 10500033 T WO 9522925 A	12-12-1995 28-05-1998 11-09-1995 31-08-1995 18-12-1996 06-01-1998 31-08-1995
US 4668094 A	26-05-1987	JP 1880736 C JP 6001164 B JP 61175511 A DE 3602995 A GB 2172108 A, B	21-10-1994 05-01-1994 07-08-1986 07-08-1986 10-09-1986
US 5488478 A	30-01-1996	AT 145724 T AU 3507193 A CN 1075545 A, B DE 69306244 D DE 69306244 T EP 0627069 A WO 9316353 A	15-12-1996 03-09-1993 25-08-1993 09-01-1997 26-06-1997 07-12-1994 19-08-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abdruckzeichen
PCT/EP 99/06594

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01B11/30 G01B11/24		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 592 246 A (KUHN WILLIAM P ET AL) 7. Januar 1997 (1997-01-07) Spalte 2 -Spalte 3; Abbildungen 1,2	1-3
Y		9
A		10, 12
X	US 4 668 094 A (MATSUMOTO G. ET AL) 26. Mai 1987 (1987-05-26) Zusammenfassung; Abbildung 2	1
Y	US 5 488 478 A (BULLOCK JOHN D ET AL) 30. Januar 1996 (1996-01-30) Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 14; Abbildung 1	9
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9. Dezember 1999		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 17/12/1999
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl, Fax (+31-70) 340-3018		Bevollmächtigter Bediensteter Vorropoulos, G

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu einer Patentfamilie gehören

Im Falle des Aktenzeichens

PCT/EP 99/06594

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5592246 A	07-01-1997	US 5475452 A	12-12-1995
		AU 691887 B	28-05-1998
		AU 1883395 A	11-09-1995
		CA 2184108 A	31-08-1995
		EP 0748182 A	18-12-1996
		JP 10500033 T	06-01-1998
		WO 9522925 A	31-08-1995
US 4668094 A	26-05-1987	JP 1880736 C	21-10-1994
		JP 6001164 B	05-01-1994
		JP 61175511 A	07-08-1986
		DE 3602995 A	07-08-1986
		GB 2172108 A,B	10-09-1986
US 5488478 A	30-01-1996	AT 145724 T	15-12-1996
		AU 3507193 A	03-09-1993
		CN 1075545 A,B	25-08-1993
		DE 69306244 D	09-01-1997
		DE 69306244 T	26-06-1997
		EP 0627069 A	07-12-1994
		WO 9316353 A	19-08-1993